maggio-giugno 1999

n. 3

Quando Venere passa davanti al Sole

Nicola Severino   Sezione Quadranti Solari

Abstract

The author examines the principal aspects of historical transits of Venus on Sun. In particular, he dwells upon an observation of 1761 phenomenon, carried out from Naples by Niccolò Maria Carcani, contained in a pamphlet published in the same year.

Introduzione

Il transito di Venere sul disco solare è un evento che per la sua rarità offre poche occasioni ai divulgatori di scrivere sull'argomento. In effetti, siccome il prossimo transito si avrà solo il 7 giugno del 2004, cioè tra cinque anni, non vi sarebbe necessità di parlarne adesso se non fosse stato per il ritrovamento di un opuscolo [1] del 1761 (v. fig. 1) il cui autore, Niccolò Maria Carcani, descrive il metodo da lui stesso utilizzato e a quell'epoca il più attendibile, sull'osservazione del transito di Venere sul disco solare che si ebbe appunto la mattina del 6 giugno del 1761.
Cogliendo l'opportunità fornita da questo opuscolo per parlare di transiti di Venere, ci proponiamo in questo breve articolo di fornire al lettore una breve panoramica storica sul fenomeno, anche con l'intento di offrire parte degli appunti tecnici che l'astronomo Carcani diligentemente annotò e divulgò attraverso la sua pubblicazione.
Il transito di Venere sul disco solare si produce, come è noto, quando dalla Terra si vede il piccolo dischetto del pianeta passare dinanzi al disco infuocato del Sole. Questo fenomeno si ha quando Venere, nel percorrere la propria orbita, arriva nel punto più vicino alla Terra, in media a 41,4 milioni di km di distanza, e si frappone tra la Terra ed il Sole. Dato che la sua velocità orbitale è maggiore di quella terrestre, il pianeta - per così dire - ci sorpassa e noi lo vediamo passare sul disco solare da est ad ovest (appare come un puntino nerissimo sullo sfondo abbagliante del Sole) e, nel caso in cui passi proprio per il centro del disco solare, tutto il fenomeno può durare fino ad otto ore.

PASSAGGIO
DI
VENERE
SOTTO IL SOLE
Offervato in Napoli nel Real Collegio delle Scuole Pie
La mattina dè 6. Giugno 1761. *dal* P. Niccolò Maria Carcani.

Fig. 1. Frontespizio dell'opuscolo di Niccolò Maria Carcani sul transito di Venere del 1761.

I transiti del Seicento

Il transito di Venere fu, nel secolo XVIII, l'evento più importante per la misurazione dell'unità astronomica, ossia della distanza Terra-Sole. Il metodo utilizzato era quello della parallasse, che consisteva nella misurazione, da parte di due diversi osservatori in località poste a grande distanza sulla Terra, dell'angolo sotto cui da Venere si vedono le due località. Come si vede chiaramente dalla fig. 2, da due località terrestri molto lontane l'una dall'altra Venere appare proiettato sul Sole in due zone diverse del disco solare. Il luogo dei punti di ciascun transito è una traccia (in figura A_1 A_2, B_1 B_2) detta corda. Dalle durate del transito si risale al rapporto fra queste corde e quindi alla loro distanza angolare che è appunto l'angolo sotto cui da Venere è vista la distanza fra le due località di osservazione. Poiché questa distanza è nota, si risale facilmente alla distanza del pianeta e quindi a quella del Sole.
Siccome l'orbita di Venere non è proprio complanare con quella della Terra, tali transiti si verificano esclusivamente in prossimità dei nodi, cioè nei punti in cui l'orbita di Venere taglia l'orbita terrestre, il che avviene fra l'1 e l'8 giugno, oppure fra il 4 ed il 9 dicembre. Ma come è facile osservare, è necessario che anche la Terra si trovi, in quel periodo, nella posizione giusta affinché il fenomeno abbia luogo. La combinazione di questi elementi rende rari i transiti di Venere ed in particolare fa che si abbia sempre una coppia di transiti a distanza di 8 anni, ma solo ogni 105 o 121 anni.
Trent'anni dopo che Galileo puntò per la prima volta il suo cannocchiale al cielo si verificò il primo di una coppia di transiti, previsti tra l'altro anche da Keplero, nella notte fra il 6 e il 7 dicembre del 1631, e siccome era visibile solo dal Nuovo Mondo pare che nessuno abbia reso alla storia memoria di questo evento. Dopo otto anni, astronomicamente puntuale, arrivò il secondo transito il 4 dicembre 1639. E questa volta ebbe due osservatori, l'astronomo ed ecclesiastico inglese Jeremiah Horrocks e il suo amico William Crabtree.
Fatto curioso è che Horrocks era un sacerdote e il transito avveniva di domenica, giorno in cui egli avrebbe dovuto tenere due funzioni religiose anziché una. Precipitatosi a casa alle 15:15, si mise subito all'opera e si avvide che Venere aveva appena incominciato a delineare la sua traiettoria sul disco solare. I due si resero subito conto che Venere era molto più piccolo di quanto fino ad allora previsto. Keplero riteneva che Venere con le sue dimensioni coprisse un quarto del sole, mentre Crabtree restava sempre più sbalordito - mentre osservava il transito al telescopio - alla vista di un intero mondo ridotto a dimensioni insignificanti se paragonato al Sole. I due, alla fine, riuscirono solo a prendere appunti frammentari e privi di coerenza che, comunque, non sarebbero serviti allo scopo della

misurazione della parallasse: infatti Horrocks non aveva modo di misurare con precisione il diametro apparente del disco e non c'era un altro osservatore, in un luogo diverso e lontano dal suo, che facesse la stessa osservazione per effettuare la necessaria triangolazione.

I transiti del Settecento

I transiti del 1761 e del 1769 trovarono un'epoca in cui l'astronomia era cresciuta e ben più preparata ad accogliere tali eventi. Vi erano grandi organizzazioni ed associazioni scientifiche, con a capo professionisti, amatori e curiosi di ogni rango della società, che promuovevano e sostenevano finanziariamente spedizioni scientifiche importantissime. Qualche tempo prima il noto astronomo Edmond Halley aveva osservato il transito di Mercurio; ben sapendo che non avrebbe potuto assistere ai transiti di Venere del 1761 e del 1769 (era nato nel 1656) segnalò l'importanza che essi avevano per la scienza astronomica e si battè perché gli astronomi futuri dessero ascolto ai suoi consigli di non perdere l'occasione per osservarli. Egli in una comunicazione del 1716 così si espresse:

> Perciò raccomandiamo con la maggiore insistenza, agli investigatori curiosi delle stelle ai quali, quando le nostre vite saranno concluse, verranno affidate queste osservazioni, di dedicarsi con grande applicazione, memori del nostro consiglio, alle osservazioni suddette. E desideriamo pregare per loro, affinché siano assistiti dalla fortuna e affinché, in modo particolare, non vengano privati di questo spettacolo tanto ambito da uno sciagurato oscurarsi del cielo a causa delle nubi...

I consigli di Halley furono tenuti in conto dagli astronomi che seguirono (v. fig. 3), e i successivi passaggi di Venere vennero registrati con zelante precisione e con l'ausilio di strumenti quali micrometri, orologi astronomici di precisione e telescopi di alta qualità ottico-meccanica. I luoghi delle osservazioni furono scelti opportunamente lontani fra loro, in Africa meridionale, Siberia, Messico e isole del Pacifico.

Ma se i moti dei pianeti possono apparire sublimi, le cose di questo mondo sono sovente immerse nel caos. E di questo si resero conto molti degli astronomi che, armati di pazienza e spirito d'intraprendenza, indossarono l'abito dell'esploratore, imbarcandosi in disavventure che hanno dell'incredibile.

L'astronomo inglese Charles Mason ed il suo collega J. Dixon si imbarcarono su una nave che fu attaccata da una fregata francese, mentre navigavano per raggiungere l'Africa (durante la Guerra dei Sette Anni). Riuscirono a salvarsi e a raggiungere sotto scorta Città del Capo da cui osservarono il transito del 1761. William Wales riuscì a registrare i tempi del transito dalla baia di Huston, in Canada, dopo aver resistito per mesi all'assalto di tafani e moscerini e dopo aver affrontato un inverno talmente rigido che, scrisse, "bastava lasciare incustodita all'aperto una mezza pinta di brandy par trovarla trasformata in ghiaccio dopo appena cinque minuti".

Jean-Baptiste Chappe d'Auteroche, mandato dall'Accademia di Francia a osservare lo stesso fenomeno dalle profondità dell'impero russo, raggiunse Tobolsk, in Siberia, su una slitta trainata da cavalli dopo aver attraversato il Volga gelato e interminabili foreste in territorio europeo ed asiatico. Arrivato a destinazione quando mancavano ancora sei giorni all'evento dovette farsi proteggere dalle guardie perché la folla incollerita lo accusava di provocare, puntando il telescopio verso il Sole, un anticipo del disgelo di primavera, con conseguente inondazione della regione. Osservato il fenomeno, si diresse nella penisola di Baja California (Messico) per registrare i tempi del transito del 1769. E, dopo aver esaudito il suo desiderio, trovò la morte a causa di un'epidemia. Solo un membro della sua spedizione si salvò, riuscendo a portare a Parigi i risultati delle sofferte rilevazioni.

Fig. 2. Geometria dei transiti di Venere (da Astronomia, *Curcio).*

Alexandre-Guy Pingré, sempre incaricato dall'Accademia di Francia, doveva seguire il transito del 1761 dal Madagascar, ma non potè effettuare nessuna osservazione a causa delle continue piogge. La nave a bordo della quale faceva ritorno in Europa fu catturata dagli inglesi che lo presero prigioniero e lo sbarcarono a Lisbona dopo una lunga navigazione. Si consolò attingendo largamente alla razione di bevande alcoliche che veniva distribuita anche ai prigionieri: "Il liquore - scrisse in seguito - ci dà la forza necessaria per determinare la distanza ... del Sole".

La spedizione più sfortunata fu quella dell'astronomo Guglielmo Le Gentil de la Galaisière, membro dell'Accademia di Francia. La sua disavventura è un classico ormai della storia dell'astronomia; ne riportiamo una gustosa cronaca (questa citazione è tratta da [2], tutte le altre da [3]):

> Il giovane astronomo ... s'imbarcò per le indie nel marzo 1760: meta Pondichéry, la principale base dei possedimenti francesi in India. Date la lunghezza e le incertezze del viaggio ed il tempo prevedibilmente necessario per trovare un'adeguata collocazione degli strumenti e per i necessari collaudi dell'installazione, aveva pensato bene di partire con 15 mesi di anticipo. Intanto in Oriente era in corso la guerra tra francesi ed inglesi per il dominio coloniale dell'India, e quando la fregata sulla quale Le Gentil era imbarcato giunse in vista della costa indiana, Pondichéry era caduta in mano degli inglesi; fu giocoforza invertire la rotta, ma per sfuggire alla minaccia di una squadra navale inglese, la nave dovette cercare rifugio nella lontana isola di Mauritius. Quando, il 6 giugno 1761 Venere transitò davanti al Sole, Le Gentil era ancora in navigazione; invece di rifarsi i 20 000 chilometri per tornare subito in patria ... Le Gentil prese il partito di aspettare il successivo transito che sarebbe avvenuto 8 anni dopo, nel 1769. Se ne stette qualche tempo in Madagascar e poi approfittò di una nave che lo portò nelle Filippine dove piazzò pure i suoi strumenti...
> Un bel giorno arrivò la notizia che la guerra era finita e che la situazione a Pondichéry era tornata calma. Imbarcatosi sulla prima nave disponibile, Le Gentil poté finalmente, il 27 marzo 1768, sbarcare nella località di destinazione... .Aveva più di un anno a disposizione per installare e verificare i suoi strumenti che piazzò in un forte semidistrutto. In quella regione il cielo è quasi costantemente sereno ed il successo dell'impresa appariva quasi certo. Le Gentil passò la notte del 3 giugno insonne per l'imminenza dell'evento così a lungo atteso, ma al far del giorno grandi nubi cominciarono ad invadere il cielo divenendo sempre più estese e più cupe; invano lo sfortunato astronomo sperò fino all'ultimo momento in un provvidenziale squarcio di sereno: quando Venere passò davanti al Sole il povero Le Gentil poté solo guardare fosche nubi temporalesche.
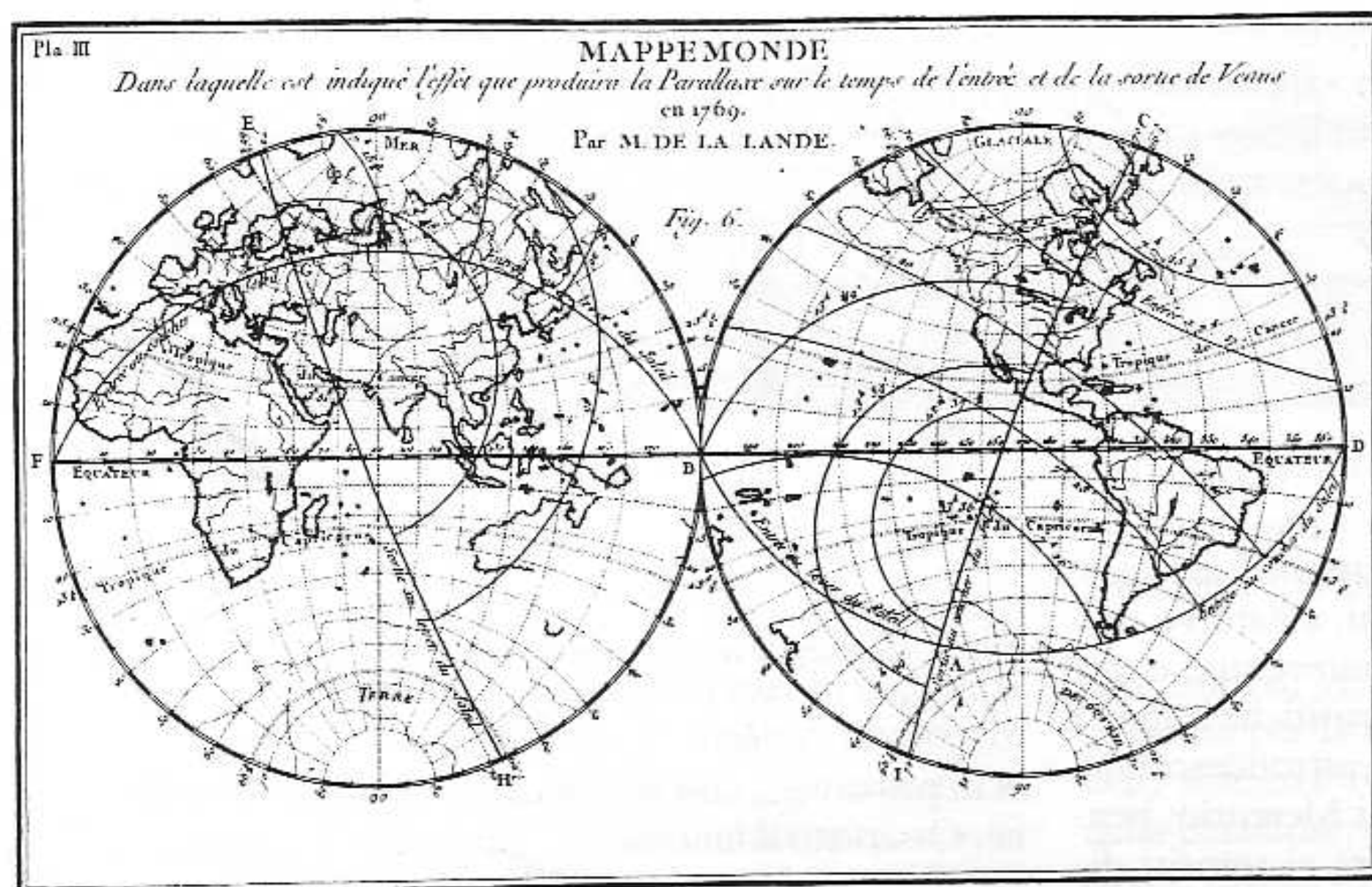
Fig. 3. Mappa di previsione di Lalande dei tempi dell'ingresso e uscita di Venere sul disco solare per il 1769 (Osservatorio di Parigi).

> Questa volta non c'era nessuna speranza di rivincita sulla malasorte: il successivo transito si sarebbe verificato 105 anni dopo. Non rimaneva che imbarcarsi e ritornare in Francia. Ma la navigazione fu avventurosa: la minaccia di scorrerie di corsari obbligò la nave a lunghe deviazioni di rotta; una furibonda tempesta la costrinse a rimanere in avaria in un porto per lunghi mesi. Le GentiI potè finalmente sbarcare in Francia nell'ottobre del 1771, quasi 12 anni dopo esserne partito. Ma le disavventure più grosse cominciarono proprio allora. Nessuno dei vari dispacci che aveva inviato all'Accademia di Parigi ed ai familiari era arrivato: delle navi che li trasportavano una era naufragata, un'altra era stata saccheggiata dai pirati, altre erano state sequestrate dalle flotte dei belligeranti... Non ricevendo più notizie da tanti anni, in patria era stato considerato disperso nei lontani mari d'Oriente ed era stata emessa dalle autorità sentenza di morte presunta. Il suo posto all'Accademia, dichiarato vacante, era stato occupato da un altro scienziato e gli eredi si erano impossessati di tutti i suoi beni. Le Gentil impugnò la sentenza di morte, ma sia per le difficoltà oggettive in linea di diritto, sia per le eccezioni ed i cavilli opposti dagli eredi, non riuscì nei 21 anni che ancora visse ad ottenere che la giustizia ammettesse che era ancora vivo.

Dopo che il cielo a Pondichéry rimase sereno per tutto il mese di maggio e si coprì di nubi proprio il 4 giugno, la mattina del transito, rasserenandosi quando ormai il transito era avvenuto, Le Gentil scrisse nel suo diario:

> Per due settimane sono rimasto in un singolare stato di depressione, e quasi non ho avuto il coraggio di prendere in mano la penna per continuare il mio diario; diverse volte, anzi, mi cadeva di mano proprio quando era il momento di scrivere in Francia per riferire il triste risultato della mia missione .... Questo è il destino che spesso tocca agli astronomi. Avevo percorso più di diecimila leghe e mi pareva di aver attraversato una così grande distesa d'acqua, esiliandomi dalla mia terra natale, soltanto per diventare spettatore di una nuvola fatale, che era venuta a porsi dinanzi al Sole nel preciso momento in cui dovevo procedere alla mia osservazione, per portarmi via il frutto delle mie pene e delle mie fatiche.

Per fortuna non sempre le cose vanno storte. La spedizione più fortunata, anche perché meglio organizzata ed attrezzata per il transito di Venere del 1769, fu quella promossa dalla Royal Society di Londra. Sulla *Endeavour*, la nave scelta per la spedizione, vennero caricate casse di strumenti astronomici e meteorologici. Il coordinatore era il botanico Joseph Banks, mentre il capitano era il celeberrimo James Cook. Solo una piccola disavventura interessò la spedizione, davanti alle isole Falkland, dove un viceré pazzo da legare fece aprire il fuoco dei cannoni contro la nave perché credeva che il transito di Venere comportasse il "passaggio della stella polare per il polo Sud". Dopo sette mesi e mezzo la *Endeavour* arrivò a Tahiti (v. fig. 4), e sotto la direzione di Cook e Banks venne eretto un osservatorio fortezza battezzato Forte Venere da cui venne osservato il transito del 3 giugno. Nonostante gli eccellenti strumenti a disposizione degli astronomi, il rilevamento del tempi fu reso difficile dal fatto che Venere ha un'atmosfera molto densa che rifrange e diffonde la luce solare e, di conseguenza, risulta molto difficile stabilire i momenti dei contatti del disco di Venere con quello del Sole: "Vedevamo assai distintamente un'atmosfera, ossia un'ombra crepuscolare, intorno al corpo del pianeta, il che rendeva molto difficile stabilire i momenti del contatti", scrisse Cook nel suo giornale di bordo. Infatti Cook e l'astronomo Charles Green, pur osservando il fenomeno con due telescopi identici, valutarono i momenti di uscita ed entrata del disco di Venere con una differenza di venti secondi.

La presenza di un'atmosfera densa sulla superficie di Venere fu dedotta anche dall'astronomo russo Lomonosov che, durante l'osservazione del transito del 1761, aveva veduto il dischetto scuro del pianeta orlarsi di un anello luminoso.

Per i successivi transiti ci si organizzò ancor meglio effettuando triangolazioni precisissime da coppie di stazioni di osservatori sparse in tutto il mondo. I risultati ottenuti dall'osservazione dei transiti del 1761 e del 1769 diedero una misura dell'unità astronomica pari 151,5 milioni di km, con l'incertezza di un milione di km; con i transiti del 1874 e 1882 si arrivò a 148,1 milioni di km. Ma nel frattempo si andava delineando un metodo ancora più efficace, basato sulla triangolazione di pianetini quando si trovano nei punti più vicini alla Terra.

Le osservazioni di Carcani

Il nostro autore, nel suo opuscolo, ci dà un esempio di come in quell'epoca venivano effettuati i rilevamenti del tempi del transito di Venere sul disco del Sole. Egli però riporta, stranamente, che secondo la sua osservazione il disco di Venere, ed i suoi contorni, risultavano essere nettamente distinti sul disco del Sole (v. fig. 5), e ne deduceva che il pianeta doveva essere sprovvisto di un'atmosfera di qualche densità:

> L'emersione di Venere dal disco solare fu da me osservata con un eccellente telescopio, il foco della lente oggettiva del quale era di palmi napoletani 23 e mezzo [poco più di 6 m]. Col quale telescopio, e con diversi altri anche Newtoniani esaminato attentamente non solo da me, ma da più altri osservatori, il disco di Venere comparve sempre perfettamente rotondo, e ben terminato, e netto d'ogni intorno, specialmente nell'incontro de' lembi de' due Pianeti, la quale nel punto singolarmente del contatto interno de' medesimi, che fu nettissimo, e accadde in un istante, avrebbe dovuto riuscir sensibile, se il globo di Venere fosse stato cinto da atmosfera di densità diversa.

Ma esaminiamo il testo dell'opuscolo dall'inizio. Niccolò Maria Carcani introduce le sue osservazioni, effettuate in Napoli nel Real Collegio delle Scuole Pie, evidenziando l'utilità scientifica che queste hanno (a quei tempi ovviamente) ed elencando brevemente gli strumenti a sua disposizione:

> Il metodo che ho adoperato nella presente delicatissima osservazione, la

Fig. 4. Le navi di Cook Resolution e Adventure *nella baia di Matavai a Tahiti in un viaggio successivo a quello del 1769 (dipinto di William Hodges, 1772-75, National Maritime Museum, Greenwich).*

> quale per il vantaggio che se ne spera della verifica tanto delle parallassi del Sole e di Venere, quanto della Teoria di questo Pianeta, ha meritato l'attenzione non solo di tutti gli Astronomi, ma di molti Sovrani dell'Europa, è l'istesso che propose e praticò il chiarissimo Sig. de l'Isle per il passaggio di Mercurio del 9 novembre 1723 nelle Memorie dell'Accademia delle Scienze del detto anno: metodo in pratica il più difficile ed intrigato di molti e fastidiosi calcoli, ma in sostanza il più esatto e più sicuro di ogni altro.
> Mi sono dunque servito del semplice Micrometro di due fili, orizzontale e verticale, situato nel foco del Telescopio d'un quadrante di circa palmi 5 e mezzo Napoletani di raggio. Ed essendomi assicurato così del moto equabile dell'Orologio, e della sua esatta corrispondenza col moto medio del Sole, come della giusta posizione dei fili del Quadrante procurando sempre in ogni osservazione che il suo piano fosse esattamente verticale, io notai attentamente i momenti di 41 arrivi del lembo inferiore del Sole che era più vicino a Venere, e del lembo superiore e inferiore di Venere al filo orizzontale, e di altrettanti arrivi al filo verticale del lembo precedente del Sole, e del precedente e seguente di Venere. Onde nello spazio di circa quattro ore, che mi riuscì di osservare questo raro fenomeno, io conobbi le posizioni in longitudine e latitudine di 41 punti della via apparente percorsa de Venere sotto il disco Solare.

Carcani per brevità non elenca le 41 osservazioni, ma dà il risultato delle prime tre, delle ultime tre e di una effettuata verso la metà del passaggio. Inoltre, avverte che i tempi registrati sono in ora vera locale computati a cominciare dal mezzodì del giorno precedente il passaggio di Venere, cioè il 5 giugno 1761, ed avvisa che nei calcoli che egli effettua non ha fatto uso di tavole astronomiche, eccetto per le effemeridi del Sole per le quali si è avvalso delle tavole di Lacaille e dei logaritmi delle distanze di Venere e della Terra dal Sole presi da Halley. Avvisa, infine che "per determinare trigonometricamente le declinazioni e le ascensioni rette del Sole onde calcolare le altezze, gli azimut, le ascensioni rette, le declinazioni, le longitudini e le latitudini del centro di Venere per ciascuna osservazione", assume il valore dell'obliquità dell'eclittica pari a 23° 28' 18", che è quella ricavata dalle osservazioni strumentali di allora, l'elevazione del polo (latitudine) del Collegio pari a 40° 50' 15", e il semidiametro del Sole di 15' 46,27".
I risultati che l'astronomo ottenne dalle sue osservazioni, così come riportate da egli stesso, sono riassunte nella tab. 1.
Dall'analisi e confronto di un'altra eventuale osservazione, effettuata a molta distanza sulla Terra dal luogo del nostro autore, del transito di Venere sul disco del Sole, si sarebbe potuto calcolare la parallasse di Venere e quindi da questa risalire alla distanza Terra-Sole, cioè al valore dell'unità astronomica. Ma non siamo in grado di sapere se Carcani ebbe mai modo di confrontare le sue osservazioni con quelle di qualche altro astronomo e d'altra parte anch'egli pubblicò il suo opuscolo impaziente di attendere che fossero rese note le diverse osservazioni dei colleghi in missione "nelle Indie e nella Siberia".
Oggi il transito di Venere sul disco solare può avere solo un interesse didattico e storico in quanto le metodologie radar hanno annullato il valore astronomico di tali osservazioni. Ma per l'astronomo dilettante, così come per il professionista, l'evento, tanto raro e tanto atteso, costituisce comunque un fenomeno celeste da annoverarsi tra i più affascinanti che l'astronomia possa restituirci. La sua osservazione quindi è più che giustificata, se non dal punto di vista scientifico, almeno per il fatto di vivere un avvenimento che in alcune epoche, proprio come le eclissi di Sole e la comparsa di comete, terrorizzava gli uomini incolti, mentre in altre spronava al desiderio della conoscenza, spingendo gli studiosi a compiere estenuanti viaggi per mare e per terra
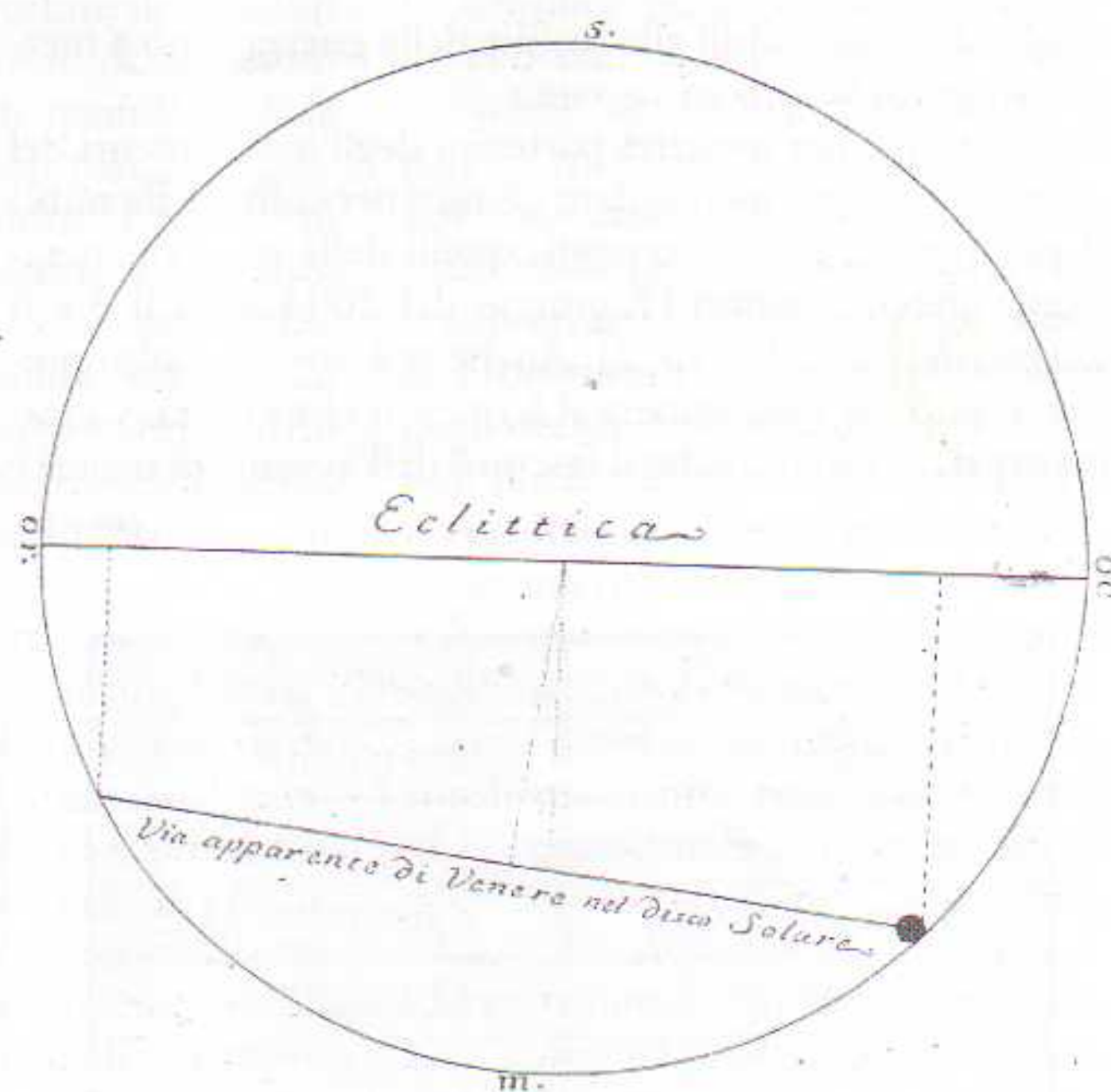
Fig. 5. Il disegno del transito del 1761 così come osservato da Carcani e pubblicato nel suo opuscolo.

Angolo dell'orbita apparente con l'Eclittica	8° 16' 56"
Moto orario nell'orbita apparente	0° 03' 59"
Distanza dell'orbita app. col semidiametro del Sole nel punto dell'emersione del centro di Venere dal disco solare	36° 40' 08"
Angolo dell'orbita apparente con la tangente del Sole nel punto dell'emersione del centro, uguale al complemento del suddetto angolo	53° 19' 52"
Metà della via percorsa da Venere nell'Orbita apparente sotto il disco del Sole	0° 12' 39"
Porzione di detta via tra il punto della sua metà e il punto della Congiunzione	0° 01' 22"
Porzione della medesima dal punto dell'immersione del centro di Venere nel Sole fino al punto della Congiunzione	0° 14' 02"
Porzione della medesima dal punto della Congiunzione fino al punto dell'emersione dello stesso centro	0° 11' 17"
Differenza di longitudine del Sole e di Venere nel punto dell'immersione del centro	0° 13' 53"
Differenza di longitudine nell'emersione	0° 11' 10"
Latitudine australe nell'immersione del centro	0° 07' 30"
Latitudine australe nell'emersione del centro	0° 11' 09"
Tempo vero della metà del passaggio	$18^h\ 20^m\ 08^s$
Tempo vero dell'immersione del centro di Venere nel disco del Sole	$15^h\ 09^m\ 50^s$
Tempo vero dell'emersione del centro	$21^h\ 30^m\ 26^s$
Differenza del tempo del passaggio di Venere per il suo Nodo al punto della Congiunzione	$16^h\ 34^m\ 00^s$
Tempo vero del passaggio di Venere per il suo Nodo	$02^h\ 06^m\ 45^s$
Dilungamento di Venere dal Sole, ossia differenza di longitudine del Sole e di Venere nel momento del suo passaggio per il Nodo, veduta dalla Terra	01° 05' 26"
Logaritmo della distanza di Venere dal Sole	4861145
Logaritmo della distanza della Terra dal Sole	5006655
Differenza di longitudine della Terra e di Venere nel momento del passaggio per il Nodo, veduta dal centro del Sole	0° 26' 03"
Longitudine del Sole nel detto momento	14° 56' 41"
Luogo eliocentrico del Nodo discendente di Venere	14° 30' 38"
Longitudine del Sole nel momento della Congiunzione veduta dal centro del Sole	01° 05' 39"
Logaritmo della distanza di Venere dal Sole	4861192
Logaritmo della distanza della Terra dal Sole	5006688
Latitudine eliocentrica di Venere nella Congiunzione	0° 03' 47"
Angolo dell'inclinazione dell'orbita di Venere con l'Eclittica	03° 16' 29"
Diametro apparente di Venere calcolato dalla durata dell'intera emersione, ossia per la differenza dei tempi del due contatti, dal moto apparente nell'orbita, e dall'angolo con la tangente del Sole nel punto dell'emersione del centro	58".58

Tab. 1. Compendio dei risultati ottenuti da Carcani nella sua osservazione.

rendendoli insensibili alle insidie della guerra, fino a mettere in gioco le loro stesse vite.
Per questo, e per renderci partecipi degli avvenimenti del cosmo, non potremo perdere (se non per colpa delle nubi) la prossima coppia di transiti, quelli della nostra generazione, che si avranno l'8 giugno del 2004 e tra il 5 e 6 giugno del 2012 (v. tab. 2). Anche se è ancora molto presto, si può già immaginare il fermento che ci sarà. Certamente il rischio (e anche il fascino) dell'avventura oggi si è molto attenuato rispetto ai tempi di Le Gentil e non ci sarebbe nemmeno più bisogno di spostarsi fisicamente, se proprio si volesse effettuare una triangolazione. Ma per l'astrofilo sarà più che sufficiente un piccolo telescopio ed il tetto della propria casa, o la fresca collina, per non perdersi l'evento. L'importante è che non ci siano "nubi fatali" in vista. E qui viene il bello.

7 dicembre 1631	8 giugno 2004
4 dicembre 1639	5-6 giugno 2012
6 giugno 1761	11 giugno 2117
3-4 giugno 1769	8 dicembre 2125
9 dicembre 1874	11 giugno 2247
6 dicembre 1882	9 giugno 2255

Tab. 2. Transiti di Venere dal 1631 al 2255.

Bibliografia

[1]. Carcani, N.M. *Passaggio di Venere sotto il Sole* (Napoli, 1761).
[2]. Tempesti, P. "Le disavventure di un astronomo" in *Astronomia alla scoperta del cielo* (Curcio, Roma, 1983).
[3]. Ferris, T. *L'avventura dell'Universo* (Leonardo Paperback, Milano, 1991).
[4]. Rosino, L. *Gli Astri* (Utet, Torino, 1985).